

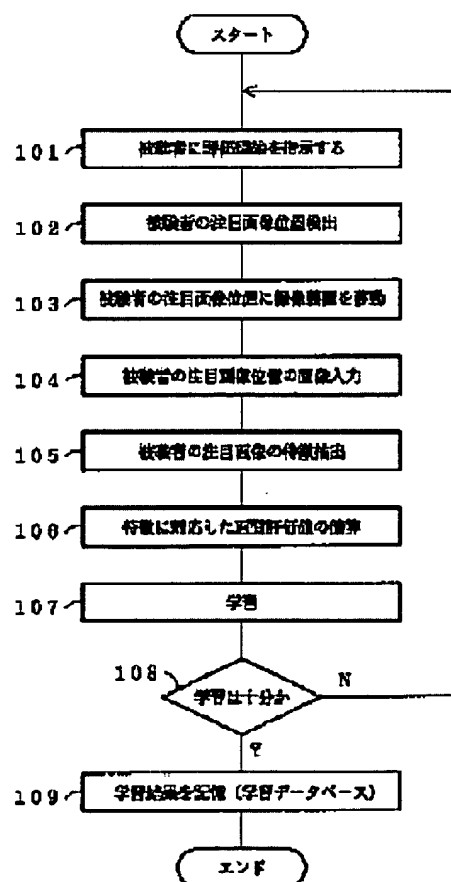
# METHOD FOR EVALUATING PICTURE QUALITY AND DEVICE THEREFOR

**Patent number:** JP10063859  
**Publication date:** 1998-03-06  
**Inventor:** TACHIBANA HIDEKIYO  
**Applicant:** FUJI XEROX CO LTD  
**Classification:**  
 - international: **G03G15/00; G06T7/00; H04N1/00; G03G15/00; G06T7/00; H04N1/00; (IPC1-7): G06T7/00; G03G15/00; H04N1/00**  
 - european:  
**Application number:** JP19960239838 19960822  
**Priority number(s):** JP19960239838 19960822

Report a data error here

## Abstract of JP10063859

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To calculate a picture quality evaluation value corresponding to the satisfaction of picture quality sensed by a human being with little evaluation man-hours. **SOLUTION:** At the time of deciding a total picture quality score by an examinee, a position under consideration on a picture is detected, and partial picture information at the detected position is fetched. The characteristics of the fetched partial picture are extracted, and a picture evaluation value corresponding to the extracted characteristics is calculated. A relation between the total picture quality score decided by the examinee and the extracted picture characteristics and the calculated picture quality evaluation value is learned. Then, the position of the partial picture for evaluation relate with a picture quality evaluation item necessary for deciding the total picture quality score is specified for a picture to be evaluated based on this learned result. The partial picture at the specified position is fetched, and the picture evaluation value related with the picture quality evaluation item necessary for deciding the total picture quality score is calculated for the fetched partial picture information. The total picture quality score related with the picture to be evaluated is calculated based on the calculated picture quality evaluation value and the learned result.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COP'

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-63859

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/62	4 1 0 A
G 0 3 G 15/00	3 0 3		G 0 3 G 15/00	3 0 3
H 0 4 N 1/00			H 0 4 N 1/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239838

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月22日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 立花 英清

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなか い 富士ゼロックス株式会社内

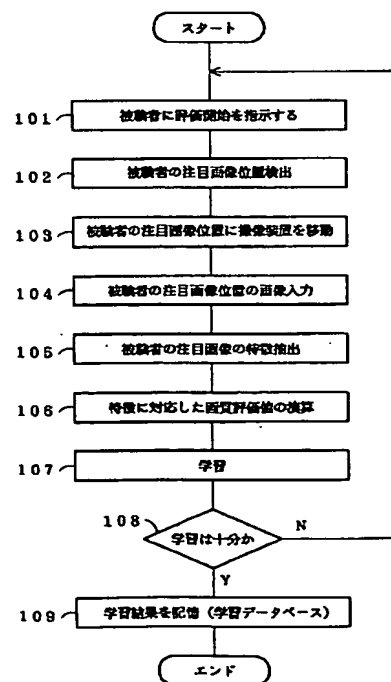
(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

(54) 【発明の名称】 画質評価方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 評価工数が少なく、より人間が感覚的に感じる画質の良さに対応した画質評価値を算出できるようにする。

【解決手段】 被験者が総合画質スコアを決定する際に注目する画像上の位置を検出し、検出された位置の部分画像情報を取り込む。取り込んだ部分画像の特徴を抽出すると共に、その抽出した特徴に応じた画質評価値を算出する。被験者が決定した総合画質スコアと、抽出された画像の特徴および算出された画質評価値との関係を学習しておく。この学習結果に基づき、被評価画像について、総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目に関する評価を行うべき部分画像の位置を特定する。特定された位置の部分画像を取り込み、取り込んだ部分画像情報に対して総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目についての画質評価値を算出する。算出された画質評価値と、学習結果とに基づいて被評価画像についての総合画質スコアを算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】画像形成媒体上に形成された被評価画像の画質を評価する方法であって、  
前記被験者が、総合画質スコアを決定する際に注目する前記被評価画像上の位置を検出する検出工程と、  
前記検出工程で検出された位置の部分画像情報を取り込む画像情報取り込み工程と、  
前記画像情報取り込み工程において取り込んだ部分画像情報に対して、当該部分画像の特徴を抽出すると共に、その抽出した特徴に応じた画質評価値を算出する特徴抽出および評価値算出工程と、  
前記被験者が決定した総合画質スコアと、前記特徴抽出および評価値算出工程において抽出された画像の特徴および算出された画質評価値との関係を学習する学習工程と、  
評価対象の被評価画像について、前記学習工程での学習結果に基づき、総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目に関する評価を行うべき部分画像の位置を特定する位置特定工程と、  
前記被評価画像中の前記位置特定工程で特定された位置の部分画像を取り込む評価画像情報取り込み工程と、  
前記評価画像情報取り込み工程で取り込んだ部分画像情報に対して、前記総合画質スコアを決定するのに必要となる前記画質評価項目についての画質評価値を算出する評価値算出工程と、  
前記評価値算出工程で算出された前記画質評価値と、前記学習結果とに基づいて前記被評価画像についての総合画質スコアを算出する総合画質スコア算出工程と、  
を有することを特徴とする画質評価方法。

【請求項2】前記学習時の被評価画像と、前記総合画質スコア算出工程で総合画質スコアを算出する被評価画像とが異なる絵柄であるときには、前記総合画質スコア算出工程では、絵柄に応じて前記評価値算出工程で算出された画質評価値に重み付けを行って、前記総合画質スコアを算出するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の画質評価方法。

【請求項3】画像形成媒体上に形成された被評価画像の画質を評価する装置であって、  
被験者が、総合画質スコアを決定する際に注目する前記被評価画像上の位置を検出する位置検出手段と、  
前記位置検出手段で検出された位置の部分画像情報を取り込む画像情報取り込み手段と、  
前記画像情報取り込み手段において取り込んだ部分画像情報に対して、当該部分画像の特徴を抽出すると共に、その抽出した特徴に応じた画質評価値を算出する特徴抽出および評価値算出手段と、  
前記被験者が決定した総合画質スコアと、前記特徴抽出および評価値算出工程において抽出された画像の特徴および算出された画質評価値との関係を学習する学習手段と、

評価対象の被評価画像について、前記学習工程での学習結果に基づき、総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目に関する評価を行うべき部分画像の位置を特定する位置特定手段と、  
前記被評価画像中の前記位置特定手段で特定された位置の部分画像を取り込む評価画像情報取り込み手段と、  
前記評価画像情報取り込み手段で取り込んだ部分画像情報に対して、前記総合画質スコアを決定するのに必要となる前記画質評価項目についての画質評価値を算出する評価値算出手段と、前記評価値算出手段で算出された画質評価値と、前記学習結果とに基づいて前記被評価画像についての総合画質スコアを算出する総合画質スコア算出手段と、  
を有することを特徴とする画質評価装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば紙などの画像形成媒体上に形成された画像の画質を評価する方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】紙などの画像形成媒体上に形成された画像の画質の評価には、画質心理評価と、物理評価とがある。画質心理評価は、人間が画像を目視して、心理的に感じる「美しさ」や「好ましさ」の程度を数量化することによって行われるもので、いわゆる官能評価である。

【0003】また、物理評価は、画質を左右する複数の画質要因（画質評価項目）、例えば粒状性、階調性、鮮鋭度、色再現域等のそれぞれに着目して、画像構造の性質を客観的に測定した値で評価するものである。

【0004】この場合、画質心理評価のための画像と、物理評価のための画像は一般に異なり、画質心理評価では、例えば女性の顔の画像などの具体的な画像が評価用に用いられ、物理評価では、テストチャートと呼ばれる評価用画像が用いられる。

【0005】そして、上記の物理評価結果と画質心理結果とを結び付けて画質モデルとし、複写機やプリンタ等の機器の物理的なパラメータを変化させたときに、その変化後の画像が評価者にどれほどの心理的な反応、影響を与えるかを予測し、複写機やプリンタ等の機器の設計や改善効果の確認に用いていた。

【0006】また、例えば特開平4-165372号公報には、入力画像や複写機等の機器の物理的なパラメータを変化させたときの出力画像の状態を人手等により評価した結果を教師値として学習しておき、その学習結果を用いて、前記の物理的なパラメータを入力したとき、その最終出力画像の品質を推定する機能を備えた画質評価装置が示されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した物理評価結果と画質心理評価結果とを結び付けた画質

モデルでは、評価する画像が、画質心理評価と物理評価とで前述したように異なっているため、画質心理評価と物理評価との対応関係が必ずしも良くなかった。また、画質心理評価用の画像と、物理評価用の画像の2種の画像を作成しておく必要があり、その上、両評価をそれぞれ行って結び付ける作業を行う必要があるため、評価に時間がかかるという問題もあった。

【0008】また、前記の公報に記載されている画質評価装置は、複写機の物理的なパラメータと画質の関係が得られるのみで、人間が画質を評価する画質心理評価の要素が含まれていないという欠点があった。

【0009】この発明は、以上の点にかんがみ、画質心理評価と物理評価とを結び付けた画質評価を行う場合において、両評価結果の相関関係を良好なものとし、また、評価用の画像が1種類の画像であっても両評価を結び付けた評価をできるようにした画質評価方法および装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明による画質評価方法（請求項1）は、画像形成媒体上に形成された被評価画像の画質を評価する方法であって、前記被験者が、総合画質スコアを決定する際に注目する前記被評価画像上の位置を検出する検出工程と、前記検出工程で検出された位置の部分画像情報を取り込む画像情報取り込み工程と、前記画像情報取り込み工程において取り込んだ部分画像情報に対して、当該部分画像の特徴を抽出すると共に、その抽出した特徴に応じた画質評価値を算出する特徴抽出および評価値算出工程と、前記被験者が決定した総合画質スコアと、前記特徴抽出および評価値算出工程において抽出された画像の特徴および算出された画質評価値との関係を学習する学習工程と、評価対象の被評価画像について、前記学習工程での学習結果に基づき、総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目に関する評価を行うべき部分画像の位置を特定する位置特定工程と、前記被評価画像中の前記位置特定工程で特定された位置の部分画像を取り込む評価画像情報取り込み工程と、前記評価画像情報取り込み工程で取り込んだ部分画像情報に対して、前記総合画質スコアを決定するのに必要となる前記画質評価項目についての画質評価値を算出する評価値算出工程と、前記評価値算出工程で算出された前記画質評価値と、前記学習結果とに基づいて前記被評価画像についての総合画質スコアを算出する総合画質スコア算出工程と、を有することを特徴とする。

【0011】また、この発明による画質評価装置（請求項3）は、画像形成媒体上に形成された被評価画像の画質を評価する装置であって、被験者が、総合画質スコアを決定する際に注目する前記被評価画像上の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段で検出された位置の部分画像情報を取り込む画像情報取り込み手段と、

前記画像情報取り込み手段において取り込んだ部分画像情報に対して、当該部分画像の特徴を抽出すると共に、その抽出した特徴に応じた画質評価値を算出する特徴抽出および評価値算出手段と、前記被験者が決定した総合画質スコアと、前記特徴抽出および評価値算出工程において抽出された画像の特徴および算出された画質評価値との関係を学習する学習手段と、評価対象の被評価画像について、前記学習工程での学習結果に基づき、総合画質スコアを決定するのに必要となる画質評価項目に関する評価を行うべき部分画像の位置を特定する位置特定手段と、前記被評価画像中の前記位置特定手段で特定された位置の部分画像を取り込む評価画像情報取り込み手段と、前記評価画像情報取り込み手段で取り込んだ部分画像情報に対して、前記総合画質スコアを決定するのに必要となる前記画質評価項目についての画質評価値を算出する評価値算出手段と、前記評価値算出手段で算出された画質評価値と、前記学習結果とに基づいて前記被評価画像についての総合画質スコアを算出する総合画質スコア算出手段と、を有することを特徴とする。

【0012】

【作用】上述の構成のこの発明の画質評価方法においては、まず、画像形成媒体に形成された、総合画質スコアを決定するための被評価画像が被験者に提示される。被験者は、評価対象となる画像中において、総合画質スコアを決定すべき画像部分を注目するので、検出工程において、その被験者が注目した画像部分が検出される。

【0013】次に、画像情報取り込み工程において、前記検出工程において検出された被験者が注目した画像部分の画像情報が取り込まれ、特徴抽出および評価値算出工程において、前記取り込まれた部分画像情報に対して、特徴を抽出するための画像処理が行われ、その部分の特徴が抽出されると共に、前記取り込まれた部分の画像情報に対して、その特徴に応じた画像処理が行われ、その部分の画像評価値が算出される。

【0014】以上の工程が複数の被験者に対して行われ、学習工程において、被験者が総合画質スコアを決定するために注目した画像部分の特徴および画像評価値と総合画質スコアとの関係が学習される。学習が十分に行われた後に、次のようにして、複写機やプリンタからの出力画像である評価対象の画像、つまり被評価画像の評価が行われる。

【0015】すなわち、位置特定工程において、前記の学習工程での学習結果を用いて、被評価画像中から総合画質スコアを決定するために注目すべき画像特徴を有する部分画像の位置が特定される。例えば被評価画像を小画像単位に分けて、各小画像単位の画像の特徴が抽出され、前記の学習した画像の特徴の結果が適用されて、その特徴抽出された多数個の小画像の中から、総合画質スコアを評価するのに適した小画像の位置が特定される。

【0016】次に、評価画像情報取り込み工程におい

て、特定された位置の部分画像が取り込まれ、次の評価値算出工程において、取り込まれた部分画像情報に対して前記画像の特徴に応じた画像処理が行われ、前記被評価画像の総合画質スコアを決定すべき画質評価値が算出される。

【0017】さらに、前記評価値算出工程において、算出された前記画質評価値に対して、前記学習工程で学習された、前記画質評価値と総合画質スコアとの関係を用いて絵柄の総合画質スコアが算出される。

【0018】以上のようにして、1種類の被評価画像を評価するだけで、人間の画質心理評価に基づいた総合画質スコアを得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、この発明による画質評価方法および装置の一実施の形態について、図を参照しながら説明する。

【0020】〔第1の実施の形態〕図1は、この発明による画質評価装置の一実施の形態の概略構成を示すブロック図である。この実施の形態の画質評価装置は、画質評価開始指示手段1と、視線位置検出手段2と、撮像装置3と、画像処理部4と、撮像装置移動手段5と、撮像装置移動制御手段6と、ホストコンピュータ7とを備える。ホストコンピュータ7には、そのオペレータ用としてモニタ装置7Dと、マウス等の指示入力手段7Mとが接続される。

【0021】画質評価開始指示手段1は、この実施の形態の画質評価装置が備える前述の一連の手段による画質評価準備ができたことをホストコンピュータ7が被験者10に伝え、評価を開始させるためのものである。

【0022】画質評価開始指示手段1は、図示しないが、被験者用のディスプレイや、スピーカを備え、画質評価の開始指示は、例えば前記ディスプレイの画面に表示される指示メッセージにより、あるいは前記スピーカからの音声の指示メッセージにより、または、その両者を併用して行われる。この指示メッセージは、例えば、「被評価画像をよく見て、総合画質スコアを決定して下さい」という内容である。

【0023】視線位置検出手段2は、前記開始指示によって被験者10が被評価画像8上で、注目している位置を検出する。この視線位置検出手段2としては、この実施の形態では、視線追跡装置を用いる。この視線追跡装置は、被験者10の眼部に装着されて、被験者10の目の瞳孔の動きを検出する検出部2sからの検出データを受けて、被験者10の目の瞳孔の動きを解析し、被評価画像8に対応した座標データを出力するものである。

【0024】この実施の形態の場合、被評価画像8は、所定の大きさの小画像領域である複数個のセグメントに分割され、前記座標データは、そのセグメントの被評価画像8中の位置を示すものとされる。この実施の形態においては、被評価画像8は、例えばA4サイズの画像の

場合で、図2に示すように、縦方向に512分割、また、横方向に512分割されて、約26万個のセグメントsgに分割される。

【0025】そして、この実施の形態の場合、視線位置検出手段2は、被験者10の視線位置を示す前記座標データを一定時間間隔で、ホストコンピュータ7に出力する。

【0026】撮像装置3は、例えば2次元CCD撮像素子と、適当な倍率を有する光学レンズとを備え、被評価画像8のうちの、一つのセグメントsgを中心としたその近傍の部分画像を撮像して、その撮像出力信号を画像処理部4に出力する。その撮像領域としての前記部分画像の領域の大きさは、例えば5mm×5mm～20mm×20mm程度が望ましい。

【0027】この撮像装置3の撮像素子としては、被評価画像8に応じて、例えばCCDを用いた白黒撮像素子またはカラー撮像素子が使用される。そして、撮像して取り込んだ画像の画像信号は、A/D変換した後に画像処理部4に供給する。

【0028】また、撮像装置3は、撮像装置移動手段5に取り付けられており、被評価画像8上で、撮像する部分画像位置を変更することができる。撮像装置移動手段5は、撮像装置3を、被評価画像8上において、被評価画像8の縦方向(Y方向)および横方向(X方向)に移動可能とする、いわゆるX-Yステージで構成される。なお、撮像装置3を被評価画像8に対して移動可能とする代わりに、撮像装置3を固定とし、被評価画像8を移動するようにしてもよい。

【0029】画像処理部4は、画像情報記憶部(図示せず)を備え、撮像装置3から取り込んだ画像および演算処理された結果を格納する。この画像情報記憶部は、独立の記憶部の構成としてもよいし、あるいは他の記憶部の一部、例えばホストコンピュータ7の記憶部の一部で構成してもよい。また、ディスクや半導体メモリを用いた外部記憶装置であってもよい。

【0030】画像処理部4は、撮像装置3の画素毎の感度のばらつきや撮像時の照明ムラを除去するために、予め、撮像装置3の画素毎の感度ばらつきや撮像時の照明ムラを入力したときのデータにより、シェーディング補正を行なう。

【0031】また、画像処理部4は、入力画像信号が、赤、緑、青の3原色信号R、G、Bによるカラー画像信号である場合、後段の処理である画像特徴の抽出処理がしやすいように、3原色信号R、G、Bから、CIEL\*a\*b\*信号(L\*, a\*, b\*と記載すべきであるが、便宜上、この明細書では、L\*, a\*, b\*と記載する。以下、同じ)への色度座標変換を行う。この色度座標変換には、例えば図3に示すようなマトリックスを用いる。

【0032】画像処理部4は、さらに、取り込んだ画像

の特徴を数値化して特徴量を得る演算処理も行なう。画像の特徴としては、例えばエッジ強度や濃度の変化を表す濃度RMSなどが求められる。

$$e = \{ \Delta f_x(i, j)^2 + \Delta f_y(i, j)^2 \}^{1/2} \quad \dots (1)$$

により算出される。ここで、

$$\Delta f_x(i, j) = f(i, j) - f(i-1, j) \quad \dots (2)$$

$$\Delta f_y(i, j) = f(i, j) - f(i, j-1) \quad \dots (3)$$

であり、 $f(i, j)$ は $i$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ) 行、 $j$  ( $j=1, 2, \dots, J$ ) 列の画素値である。

【0034】カラー画像の場合には、エッジ強度は、例

$$\Delta E = \{ \Delta L^*(i, j)^2 + \Delta a^*(i, j)^2 + \Delta b^*(i, j)^2 \}^{1/2} \quad \dots (4)$$

を用いる。

【0035】また、濃度の変化を表す濃度RMSは、次

$$\text{濃度RMS} = \{ \sum (f(i, j) - f_{ave})^2 / (I \times J) \}^{1/2} \quad \dots (5)$$

により求められる。ここで、 $f_{ave}$ は $I \times J$ 個の画素値の平均である。

【0036】このようにして、画像処理部4では、画像の特徴を数値化した特徴量として、複数個のパラメータが算出される。こうして特徴量が算出されると、画像処理部4は、その特徴量から被験者が当該部分画像において重視した画質評価項目が何であるか、例えば、粒状性、階調性、先鋭度、色再現性等のうちの何であるかを、予め与えられている判断基準にしたがって判断し、特定する。この場合、判断結果として抽出する画質評価項目は、一つに限られず、複数個であってもよく、通常は、複数個となる。

【0037】判断基準は、この実施の形態では、算出された特徴量を参照したときに、エッジ強度が大きい場合は先鋭度、濃度RMSが小さい時は粒状性、 $CIE L^* a^* b^*$ の値が特定の値の場合は色再現性、といった判断基準情報を、予め定めて与えておく。

【0038】画像処理部4は、部分画像の画質評価項目を特定すると、前記算出した特徴量と、この画質評価項目とをホストコンピュータ7に送る。画像処理部4は、また、部分画像情報に対してシェーディング補正等を施した後、画質評価のための演算が施して、画質評価値を算出するために、ホストコンピュータ7に送る。

【0039】撮像装置移動制御手段6は、ホストコンピュータ7からの制御信号を受けて、撮像装置移動手段5にX方向およびY方向への移動駆動制御信号を供給す

【0033】エッジ強度に関して、単色画像に対しては微分オペレータが知られており、エッジ強度 $e$ は、次の演算式、

例えば前記画素値として、 $CIE L^* a^* b^*$ の明度を表す $L^*$ を使用する方法や、色差 $\Delta E$ の算出式、

の算出式、

る。撮像装置移動手段5は、撮像装置3を、前記被評価画像8上の、この移動駆動制御信号により指定される部分画像位置に移動させるようにする。

【0040】ホストコンピュータ7は、上述のように、この実施の形態の画質評価装置の全体を制御すると共に、記憶しているプログラムにしたがって、画像処理部4からの算出されたその特徴量と、特定された画質評価項目とに基づいて、部分画像についての画質評価値を算出する。

【0041】ここで、画質評価値の算出方法の例を挙げる。例えば、画質評価項目の粒状性に関しては、文献「"Noise Perception in Electrophotography" Journal of Applied Photographic Engineering Vol.5: P190-196(1979) Roger P. Dooley and Rodney Shaw」に記載されている心理的粒状性 (graininess) をウィナー・スペクトルと平均濃度の測定値より予測する「ショーとドーリー (Shaw&Dooley) のアルゴリズム」が用いられる。

【0042】ウィナー・スペクトル $WS(f)$ は、画像をマイクロ濃度計で走査して得られる平均濃度からの濃度変動 $\Delta D(x)$ をフーリエ変換して得られるフーリエスペクトルの二乗値の集合平均であり、「ショーとドーリー (Shaw&Dooley) のアルゴリズム」では、次の数1に示す算出式が用いられる。

【0043】

【数1】

$$WS(f) = \frac{q \Delta x (p f)^2}{N \sin^2(p f)^2} < \sum_{x=0}^{(N-1)\Delta x} \Delta D(x) \exp(-2\pi j f x) >^2$$

ただし、 $< >$ は集合平均、 $x$ は画像の位置、 $\Delta x$ はデータサンプリング間隔、 $f$ は空間周波数、 $p$ 、 $q$ は濃度系のスリットの幅および長さ、 $N$ はデータ数、 $j$ は $\sqrt{-1}$ を、それぞれ表す。

また、このショーとドーリーのアルゴリズムでは、ウィナー・スペクトル $WS(f)$ 、平均濃度 $D_{ave}$ を使用し

た次の数2に示す式により心理的粒状性 (graininess) が予測される。

【0044】

【数2】

$$\text{graininess} = \exp(-1.8 \cdot \text{Dave}) \sum_{f=\Delta f}^{(N-1)\Delta f} \text{WS}(f)^{0.5} \text{VTF}(f) \Delta f$$

ただし、 $\Delta f$  は基本空間周波数、 $\text{VTF}$  は視覚系の空間周波数である。

また、画質評価項目の鮮鋭度に関しては、この実施の形態では、エッジ幅 $E_w$ を画質評価値として算出する。図4は、エッジ幅 $E_w$ を算出するアルゴリズムを模式化したものである。すなわち、エッジ画像に直交する濃度断面において、画像部（画素値= $D_{\max}$ ）と下地部（画素値= $D_{\min}$ ）の濃度差を濃度域とすると、その濃度域の20%のところから80%のところまでの濃度勾配直線20を画像部濃度および下地濃度間で延長した幅 $E_w$ として算出する。

【0045】その他の画質評価項目としての、階調再現性、解像度、色再現性、光沢感、文字判読性、質感、立体感、色彩感、材料構成感、欠陥／ディフェクトについての画質評価値の算出は、例えば次のようにすることができる。

【0046】【階調再現性】には、[1] 入力カバレッジ $C_{in}=0\sim 20\%$ 以上におけるハイライト再現開始カバレッジのパーセンテージ $C_{washout}$ 、[2] 入力カバレッジ $C_{in}=0\sim 20\%$ 以上に対する色度データ $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の傾き

$$\gamma_{L^*} = \Delta L^* / C_{in}$$

$$\gamma_{a^*} = \Delta a^* / C_{in}$$

$$\gamma_{b^*} = \Delta b^* / C_{in}$$

のピーク値 $\gamma_p$ 、もしくは平均値 $\gamma_{Av}$ 、もしくは最大値と最小値の和の1/2の値 $\gamma_{1/2}$

[3] 入力カバレッジ $C_{in}=80\sim 100\%$ におけるシャドウ再現性のつぶれ発生開始カバレッジのパーセンテージ $C_{saturation}$ 、[4] 背景部の色度データ $L_{BKG}^*$ 、 $a_{BKG}^*$ 、 $b_{BKG}^*$ 、[5] 入力カバレッジ $C_{in}=0\sim 100\%$ における色度データ $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の傾き

$$\gamma_{L^*} = \Delta L^* / C_{in}$$

$$\gamma_{a^*} = \Delta a^* / C_{in}$$

$$\gamma_{b^*} = \Delta b^* / C_{in}$$

のピーク値 $\gamma_p$ 、もしくは平均値 $\gamma_{Av}$ 、もしくは最大値と最小値の和の1/2の値 $\gamma_{1/2}$ 、[6] 入力階調総数（階調としての入力量子化数） $T_{step}$ 、[7]  $p$ 階調目の再現の色データ $L^*_{p-1}$ 、 $a^*_{p-1}$ 、 $b^*_{p-1}$ を、この階調再現の再現ゆらぎ量 $\sigma_{L^*_{p-1}}$ 、 $\sigma_{a^*_{p-1}}$ 、 $\sigma_{b^*_{p-1}}$ の自乗和の平方根の2倍で加減算した値と、隣り合う $p\pm 1$ 階調目の $L^*_{p\pm 1}$ 、 $a^*_{p\pm 1}$ 、 $b^*_{p\pm 1}$ を、この階調再現の再現ゆらぎ量 $\sigma_{L^*_{p\pm 1}}$ 、 $\sigma_{a^*_{p\pm 1}}$ 、 $\sigma_{b^*_{p\pm 1}}$ の自乗和の平方根で加減算した値の2倍で加減算した値とが交差しない場合を、「階調再現容量」とカウントして得られるトータルの階調数 $T_{capaci}$

ty、[8] 隣り合う階調間のCIE LAB色差 $\Delta E_{ab}$ の標準偏差を、隣り合う階調間の平均CIE LAB色差 $\Delta E_{ab}(ave)$ で除した値 $SDCD$ 、[9] 前記[1]～[8]で定義した物理量、およびその他の階調再現性を表す物理量 $X_2$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0047】【解像度】には、[1] 記録装置もしくは表示装置における単位長さ当たりの画素密度 $D_{pi}$ 、[2] 分解可能な限界の空間周波数の値 $C_{cycle}$ 、を使用する。

【0048】【色再現性】には、[1] Y（黄）、M（マゼンタ）、C（シアン）の色材の入力カバレッジ100%における単色Y、M、Cと、2次色R、G、Bの色再現 $a^*$ 、 $b^*$ の $a^*$ 、 $b^*$ 面上の面積 $S_{Gamut}$ 、[2] Y、M、Cの色材の入力カバレッジ0から100%における単色Y、M、Cと2次色R、G、Bと背景部の白とK（黒）、もしくはY、M、C、3色による黒を結ぶ最大色再現範囲（いわゆる色域）を表す $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 空間の3次元体積 $V_{Gamut}$ 、[3] 理想色再現からの平均のずれ量CIE LAB色差 $\Delta E_{ab(av)_{RMS}}$ 、[4] 肌色、空の色、草の色、もしくは注目する色の理想再現からの平均のずれ量CIE LAB色差 $\Delta E_{ab(av)_{memory}}$ 、[5] 背景部白色度 $W_{BKG}$ 、[6] 上記[1]～[5]で定義した物理量、およびその他の色再現性を表す物理量 $X_4$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0049】【光沢（感）】には、[1]  $20^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $85^\circ$ または任意の角度の鏡面光沢度 $G$ の値、[2] 任意の角度のDistinctness of Image gloss（鮮明度光沢感； $D/I$ ）の値 $G_{D/I}$ 、[3]  $R2^\circ$ 光沢度の値 $G_{R2^\circ}$ 、[4] 積分球を用いて得られる波長350nm～800nmの三刺激値Yの値で鏡面光沢成分を含む場合（SPIN）と含まない場合（SPEX）の差 $Y_{I-E}$ 、[5] 偏光フィルタのある場合と無い場合とにおける、任意の角度の微小鏡面光沢度の差 $G_p$ もしくはムラ $\sigma_{Gp}$ 、[6] 任意の角度のコントラストグロス値 $G_c$ 、[7] 任意の角度のAbsence of bloom glossの値 $G_a$ 、[8] 任意の角度のSurface Uniformity glossの値 $G_{su}$ 、[9] 前記[1]～[8]に記載の光沢度の画像縦横方向のムラ $\sigma_{GLS}$ 、[10] 前記[1]～[9]で定義した物理量、およびその他の光沢感を表す物理量 $X_5$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0050】〔文字判読性〕には、〔1〕文字部の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ と文字周辺部の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ との差 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ 、もしくは色差 $\Delta E_{ab}$ 、〔2〕文字の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ と文字周辺部の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ との差 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ 、もしくは色差 $\Delta E_{ab}$ を、濃度プロファイルから決定される前記文字部中心と前記文字周辺部位置との距離で除した値 $S_s$ 、〔3〕文字のエッジの明度 $L^*$ 変動もしくは色再現 $a^*$ 、 $b^*$ 変動の実効値 $L^*_{RMS}$ 、 $a^*_{RMS}$ 、 $b^*_{RMS}$ 、〔4〕文字の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ のピークとボトムとの間の位置の距離で定義されるエッジ部の幅 $Chw$ 、〔5〕文字のエッジ部に平行に走査して得られる明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ の微分をフーリエ変換した値 $Chs$ 、〔6〕文字の明度 $L^*$ および色再現 $a^*$ 、 $b^*$ の値、〔7〕〔1〕～〔6〕で定義した物理量、およびその他の文字判読性を表す物理量 $X_6$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式を使用する。

【0051】〔質感と、立体感〕には、〔1〕 $20^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $85^\circ$ もしくは任意の角度の鏡面光沢度 $G$ 、もしくは、Distinctness of Image gloss ( $D/I$ )の値 $G_{D/I}$ 、もしくは、 $R_{2^\circ}$ 光沢度 $G_{R_{2^\circ}}$ 、もしくは、積分球を用いて得られる波長 $350\text{nm}$ ～ $800\text{nm}$ の三刺激値 $Y$ の値で鏡面光沢成分を含む場合と含まない場合の差 $Y_{I-E}$ 、もしくは、偏光フィルタのある場合と無い場合の任意の角度の微小鏡面光沢度の差 $G_p$ もしくは $\Delta\sigma_{GP}$ 、もしくは、コントラストグロス $G_c$ 、もしくは、Absence of bloom gloss  $G_a$ 、もしくは、Surface Uniformity gloss  $G_s$ の各値の出力カバレッジ $C_{out}$ によるピーク値 $G_{pp}$ とボトム値 $G_b$ との差 $G_{pp}-G_b$ 、〔2〕この差 $G_{pp}-G_b$ の平均値 $G_{Av}$ 、〔3〕前記差 $G_{pp}-G_b$ の標準偏差 $G_\sigma$ 、〔4〕前記差 $G_{pp}-G_b$ の標準偏差 $G_\sigma$ を平均値 $G_{Av}$ で除した値 $G_n$ 、〔5〕総合カラー画質スコア予測対象画像が構成する個々の画像の空間周波数と頻度の関係から得られる頻度のピークを与える空間周波数 $M_p$ 、〔6〕前記空間周波数 $M_p$ の平均空間周波数 $M_{Av}$ 、〔7〕前記空間周波数 $M_p$ の空間周波数分布の標準偏差 $\sigma_M$ 、〔8〕前記空間周波数 $M_p$ の最大空間周波数差 $M_{max}-M_{min}$ 、〔9〕上記〔1〕～〔8〕で定義した物理量、およびその他の質感、立体感を表す物理量 $X_7$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0052】〔色彩感〕には、〔1〕総合カラー画質スコア予測対象画像が構成する個々の画像の彩度と頻度の関係から得られるピークを与える彩度 $C^*p$ （彩度 $C^*$ は、 $C^*$ と記載すべきであるが、便宜上、 $C^*$ と記載する。以下同じ）、〔2〕前記彩度 $C_p$ の平均彩度 $C^*_{Av}$ 、〔3〕前記彩度 $C_p$ の標準偏差 $\sigma^*_c$ 、〔4〕前記彩度 $C_p$ の最大彩度差 $C^*_{max}-C^*_{min}$ 、〔5〕上記〔1〕～〔4〕

で定義した物理量、およびその他の色彩感を表す物理量 $X_8$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0053】〔材料構成感〕には、〔1〕画像形成基板材料の平均表面粗さ $R_a$ 、もしくは画像形成基板材料上に形成される色材の平均表面粗さ $R_{ac}$ 、〔2〕画像形成基板材料の表面粗さの最大値 $R_{max}$ 、もしくは画像形成基板材料上に形成される色材の表面粗さの最大値 $R_{maxc}$ 、〔3〕画像形成基板材料の2次高調波成分の平均表面粗さ $R_{2a}$ 、もしくは画像形成基板材料上に形成される色材の2次高調波成分の平均表面粗さ $R_{2ac}$ 、〔4〕画像形成基板材料上に形成される色材の単色もしくは2次色もしくは3次色の厚さ $T$ 、もしくは厚さのばらつき $\sigma_T$ 、もしくは厚さの最大値 $T_{max}$ 、〔5〕画像形成基板材料の上と画像形成基板材料の中に形成される色材の単色もしくは2次色もしくは3次色の画像形成基板材料上の高さ $H$ 、もしくは高さのばらつき $\sigma_H$ 、もしくは高さの最大値 $H_{max}$ 、もしくは画像形成基板材料中の色材の浸透深さ $D_1$ 、もしくは深さのばらつき $\sigma_{D1}$ 、もしくは深さの最大値 $D_{1max}$ 、〔6〕画像形成基板材料の中に形成される色材の単色もしくは2次色もしくは3次色の画像形成基板材料中の浸透深さ $D_2$ 、もしくは深さのばらつき $\sigma_{D2}$ 、もしくは深さの最大値 $D_{2max}$ 、〔7〕画像形成基板材料の厚さ $T_p$ 、もしくは厚さのばらつき $\sigma_{Tp}$ 、もしくは厚さの最大値 $T_{pmax}$ 、〔8〕画像形成基板材料の白色度 $W_p$ 、〔9〕画像形成基板材料もしくは色材の前記〔6〕の光沢度 $G$ 、〔10〕画像形成後の画像形成基板材料のカール量 $K$ 、〔11〕前記〔1〕～〔10〕で定義した物理量、およびその他の材料構成感を表す物理量 $X_9$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0054】〔欠陥／ディフェクト〕には、〔1〕前記画像パターン⑥の黄色、マゼンタ、シアン、黒、もしくはその他の単色からなる線画像の黄色、マゼンタ、シアン、黒、もしくはその他の単色に対するレジストレーションずれ量 $Re$ 、〔2〕前記画像パターン⑦の均一色パターン中、もしくは背景部に存在する色抜け部、色しみ、色筋、色点、色帯の大きさ $D_0$ とその頻度 $P_0$ 、〔3〕前記画像パターン⑦の均一色パターン中に存在する色ムラの大きさ $\Delta E_{ab}$ と大きさ $D_{\Delta E_{ab}}$ とその頻度 $P_{\Delta E_{ab}}$ 、〔4〕彩度の高い画像部の色濁り $C^*_{ideal}-C^*_{real}$ 、〔5〕背景部の汚れ $L^*_{BKG}$ 、 $a^*_{BKG}$ 、 $b^*_{BKG}$ 、〔6〕前記画像パターン④に記載の線画像の歪み量 $D_i$ 、〔7〕前記画像パターン④に記載の線画像のジャギー量 $J$ 、〔8〕上記〔1〕～〔7〕で定義した物理量、およびその他の欠陥／ディフェクトを表す物理量 $X_{10}$ で構成される $m$ 次元多項式、もしくは非線形多項式、を使用する。

【0055】実際の画質評価値の算出にあたっては、上述した各画質評価項目のそれぞれの画質心理物理量（最大〔1〕～〔11〕）のすべてを求める必要はなく、そのうちの一つ以上を画質評価値の算出のために使用するよう



してもよい。

【0056】ホストコンピュータ7は、上述のようにして、画質評価値を算出すると、被験者が決定した総合画質スコアと、算出した画質評価値とを対応して記憶し、総合画質スコアと画質評価値との対応を学習する。

【0057】この実施の形態では、総合画質スコアは画質評価値を変数とした多変量の関数として表現しており、ホストコンピュータ7での学習は、算出した画質評価値を変数とした多変量関数からなる総合画質スコアの値と、被験者の決定した総合画質スコアの値との誤差が一定値以下になるように、前記多変量関数を決定することにより行う。すなわち、被評価画像について被験者の画質心理評価を反映した総合画質スコアが多変量関数として、適切なものが得られるように学習する。

【0058】この場合、複数の画質評価項目についての画質評価値がすべて同じ重みを持って、総合画質スコアに関与するのではなく、被評価画像8の絵柄に応じてそれぞれ異なる重みを持っている。

【0059】なお、この場合、総合画質スコアは、被評価画像に関して、複数の画質評価項目についての画質評価値を変数とする多変量関数であるので、その変数である複数の画質評価項目についても、ホストコンピュータ7は、学習内容の一部として記憶している。さらに、前記被評価画像に関して、各画質評価項目についての特徴量のデータも保存される。そして、この保存される特徴量としては、例えば、複数の被験者について求めた特徴量の平均値とされる。

【0060】図5は、学習処理手順を示すフローチャートである。すなわち、ホストコンピュータ7は、まず、ステップ101で、画質評価開始指示手段1により、被験者10に画質評価開始を指示する。

【0061】被験者10は、この指示メッセージを受けて、被評価画像8上で、総合画質スコアを決定するために注目する画像部分を、例えば図6に示すように、視線位置を移動させながら注視することになる。そして、このとき、視線位置検出手段2は、前述したように、一定時間毎に、ホストコンピュータ7に、被験者10の視線位置の座標データを出力している。

【0062】ホストコンピュータ7は、ステップ102において、この視線位置検出手段2からの座標データを元にして、被験者10が注目している画像位置を検出する。なお、図6および図7において、 $m$  ( $m=0\sim 511$ ) および  $n$  ( $n=0\sim 511$ ) は、図の左上を原点とするX方向およびY方向のセグメント位置の座標値である。

【0063】この被験者10が注目している画像位置の検出は、次のようにして行なう。すなわち、この実施の形態の場合には、セグメントsg単位の座標データから、図7に示すように、セグメントsg単位の視線位置の頻度のヒストグラムを作成し、最も多く視線が配られ

たセグメントsgの位置を、被験者10の注目位置と判断する。

【0064】このとき、被験者10の視線が1カ所に集中せず、被験者10の注目位置を検出できないときには、ホストコンピュータ7は、警告手段9により、被験者10に画像を注視してもらうように促す警告を発する。警告手段9は、音声により警告メッセージを被験者10に対して放音する、あるいはその音声警告メッセージに代えて、または加えて被験者用のディスプレイ（図示せず）に警告メッセージを表示することにより、警告を発する。

【0065】以上のようにして被験者10の注目位置が特定されると、ステップ103に進み、ホストコンピュータ7は、撮像装置移動制御手段6に命令を出し、移動手段5により撮像装置3を、その注目セグメント位置を中心とした部分画像の取り込み位置に移動させる。

【0066】次に、ステップ104に進んで、撮像装置3からの当該注目位置の部分画像情報を画像処理部4に取り込ませる。そして、ステップ105において、画像処理部4において、前述したようなシェーディング補正や色度座標変換処理等、必要な処理を行った後、前述したようにして、当該部分画像の特徴量の算出処理が行なわれる。そして、算出した特徴量から、注目位置の部分画像の特徴に対応する画質評価項目を求める。

【0067】この実施の形態の場合は、例えば、注目位置の部分画像が、エッジ強度の大きい部分画像であり、また、濃度RMSが小さい部分画像であるときには、被験者10は、被評価画像8に対して、画質評価項目として、鮮鋭度と粒状性とを重視したと判断する。

【0068】次に、ステップ106に進んで、ステップ105で抽出した特徴に対応した画質評価演算を行う。すなわち、ステップ105で判定した画質評価項目に対応させて画質評価値を算出する。例えば、前述したように、被評価画像8の総合画質スコアの評価に当たって、鮮鋭度と粒状性とを重視したと判断したときには、鮮鋭度に対するエッジ幅、および、粒状性に対するグレイノネスを画質評価値として算出する。

【0069】次に、ステップ107に進んで、被験者10が総合画質スコアを決定する際に注目する位置の画像の特徴、および当該画像特徴に対する画質評価値と、被験者10が決定する総合画質スコアとの学習を行う。

【0070】前述したように、この実施の形態では、総合画質スコアは画質評価値を変数とした多変量の関数として表現しており、この学習は、算出した画質評価値を変数とした多変量関数からなる総合画質スコアの値が、被験者10の決定した総合画質スコアの値に比べて、所定の誤差範囲内に収まるように、前記多変量関数を求めるものである。

【0071】次に、ステップ108に進んで、被験者10が総合画質スコアを決定する際に注目する位置の画像

の特徴、および当該画像特徴に対する画質評価値と総合画質スコアとの関係の学習が十分に行われた否かを判断する。このステップ107の判断は、例えば、一定数以上の複数人の被験者について学習を行なったかどうかに加えて、被評価画像について、被験者の画質心理評価を反映した総合画質スコアを画質評価値の多変量関数と表したときの誤差が、一定値以下になったかどうかにより行なう。

【0072】このステップ108において、学習が十分に行われていないと判断されると、ステップ101に戻り、以上の処理を、多数の被験者について繰り返し行なう。この学習は、適宜実施し、多くの被験者についての情報を蓄積したほうがよいことは言うまでもない。

【0073】そして、ステップ108で学習が十分に行なわれたと判断されると、ステップ109において、学習結果を、学習データベースとして記憶手段に記憶した後、この学習の処理ルーチンは終了する。

【0074】次に、以上のようにして作成された学習結果にしたがって、ホストコンピュータ7は、複写装置や印刷装置などの画像出力装置により画像形成媒体、例えば用紙に出力された画像の画質評価を実行する。

【0075】図8は、この画質評価処理のフローチャートである。なお、この画質評価に先立ち、まず、画像形成媒体上に形成された評価したい画像が被評価画像8として撮像装置3の撮像対象として設置される。この実施の形態においては、被評価画像としては、学習時に使用された絵柄のものと等しいものが使用される。

【0076】画質評価の処理ルーチンが開始されると、ステップ201で、学習が十分に行なわれているか否かを判断される。この判断は、前述のステップ108での判断と同様に行なわれる。学習が不十分であると判断されると、ステップ202に進み、学習を行なうように促すメッセージがモニタ装置7Dに表示され、この画質評価の処理ルーチンが終了する。

【0077】ステップ201で、学習が十分に行なわれていると判断されたときには、ステップ203に進み、学習データベースから総合画質スコアを決定するのに必要となるすべての画質評価項目についての特徴量を取り出す。この特徴量は、前述したように、複数の被験者について求められた特徴量の平均値とされている。

【0078】次に、ステップ204に進み、撮像装置3による被評価画像8の取り込みを行い、学習による部分画像の特徴に最も近い特徴を有するセグメントsgをサーチする。すなわち、移動制御手段6を介して移動手段5を制御し、撮像装置3を被評価画像8のセグメントsgごとに移動させ、セグメントsgごとに画像データを取り込み、その特徴量の算出を行う。そして、算出した特徴量と、学習データベースから取り出した特徴量とを比較して、最も近いセグメントsgを見つけ、そのセグメントsgを、前記総合画質スコアを決定するのに必要

となる画質評価項目についての評価対象セグメントと決定する。

【0079】次に、ステップ205に進み、決定した評価対象のセグメントsgの画像情報に対して、画像処理部4において、シェーディング補正などが施された後、ホストコンピュータ7において、画質評価のための演算が施されて、画質評価値が算出される。そして、ステップ206において、前記学習により得られた前記総合画質スコアと画質評価値の多変量関数をもとに総合画質スコアが算出される。そして、次のステップ207において、その算出された総合画質スコアが、モニタ装置7Dの画面に表示されるなどして出力される。そして、この画質評価処理ルーチンを終了する。

【0080】以上のようにして、この実施の形態によれば、総合画質スコアを被験者が評価するときに注目する部分画像の特徴を抽出し、その特徴量に基づいた画質評価値を求め、その画質評価値と総合画質スコアとの関係を学習しておき、その学習結果に基づき、実際に評価したい被評価画像中から、同様の特徴を備える評価画像部分を抽出し、その抽出した画像部分について画質評価値を算出し、学習により求めた関係をもとに、その算出した画質評価値から総合画質スコアを算出するようにしたので、人間が感覚的に感じる画質の良さに対応した総合画質スコアを算出することができる。

【0081】そして、従来のように画質心理評価用の画像に加えて画質物理量測定のための画像を用意する必要がないので、評価工数の大幅な短縮が図れる。さらに、学習結果を用いるものであるため、画質評価に際して、被験者が必要ではなく、画質評価の効率が大幅に改善される。

【0082】〔第2の実施の形態〕以上の実施の形態においては、被験者の注目部分画像の特徴量が算出された後に、その特徴量から被験者が当該部分画像において評価しようとした画質評価項目が何であるかを判断する判断基準は、その判断基準の情報を、予めユーザ等が設定して与えるようにしたが、判断基準は、これに限られない。

【0083】この第2の実施の形態においては、予め、各画質評価項目ごとに、それがどのような特徴を呈するかを、上述と同様の手順で学習しておき、その学習結果の画質評価項目特徴の学習データベースを参照して、画質評価項目が何であるかを判断するようにする。

【0084】すなわち、図9は、画質評価項目についての画像の特徴の学習のフローチャートである。

【0085】まず、ステップ301で、評価開示指示のときに、例えば、「被評価画像において、指示された画質評価項目についての特徴が最も良く現れている画像部分を注視して下さい。」というようなメッセージを被験者10に与え、評価する画質評価項目を指示する。

【0086】その後のステップ302～304までは、

前述の図5のステップ102～104までと同様の処理である。そして、ステップ305で、被験者10の注目画像部分について、画像処理部4において、前述したようなシェーディング補正や色度座標変換処理等、必要な処理を行った後、当該部分画像の、指示された画質評価項目についての特徴量を求める。

【0087】次に、ステップ306に進んで、画質評価項目に対応させて画像特徴の学習を行なう。すなわち、前述した特徴、エッジ強度や濃度RMSの前記算出式(1)、(4)による算出値についての、複数の被験者についての平均値、分散、標準偏差等を求め、それをテーブル化してゆく。

【0088】次に、ステップ307に進んで、画質評価項目と画像の特徴量との学習が十分に行なわれた否かを判断する。このステップ307の判断においては、例えば、一定数以上の複数の被験者について学習を行なったかどうかに加えて、複数の画質評価項目のすべてについて、学習が十分に行なわれたかを判断する。

【0089】そして、それぞれの画質評価項目についての学習が十分か否かは、例えば、各画質評価項目と特徴量との対応に関する標準偏差が一定の範囲内に入ったかどうかにより行なう。

【0090】ステップ307において、学習が十分に行われていないと判断されると、ステップ301に戻り、以上の処理を、多数の被験者について繰り返して行なう。そして、ステップ307で学習が十分に行なわれたと判断されると、ステップ308に進み、学習結果である画質評価項目と特徴量との対応関係の情報テーブルを、データベースとして記憶手段に記憶する。以上で、この学習処理ルーチンは終了する。

【0091】この学習の結果、記憶手段にデータベースとして記憶される画質評価項目と特徴量との対応関係の情報テーブルの例を、図10に示す。この図10の例は、50人の被験者について、学習を行ない、粒状性、尖鋭度、階調性、…の各画質評価項目毎の特徴量のテーブルを作成したものである。

【0092】この例の場合には、このような画質評価項目ごとの特徴の学習を終了後、前述の図5に示したような総合画質スコアを算出するための学習を行なう。そして、その際に、ステップ105において、画質評価項目と特徴量との対応の学習結果のデータベースが用いられて、被験者が注目する部分画像から得られた特徴量から、被評価画像について総合画質スコアを求めるときに重視した画質評価項目を特定する。その他は、前述の実施の形態の場合と同様に処理を行なう。

【0093】この例の場合には、総合画質スコアを算出するための多変量関数を決定する元となる画質評価項目の決定についても、人間の画質心理評価を反映させることができ、より、人間が行なう画質評価に近くなるものである。

【0094】[第3の実施の形態] 上述の実施の形態では、被評価画像は、学習時と、評価時とで同じ絵柄のものとした。しかし、評価時に学習時と異なる絵柄の画像の評価を行なえるようにすれば、便利である。

【0095】前述したように、絵柄が変わると、複数の画質評価項目の総合画質スコアに対する重みが変わってくる。例えば、文字画像であれば、画質評価項目の文字判読性が重要となり、その重みが重くなる。一方、写真などの画像の絵柄の場合には、解像度や、粒状性が重要な画質評価項目となる。

【0096】そこで、この第3の実施の形態では、絵柄ごとに、各画質評価項目の特徴量についての重みの量を定めた絵柄テーブルを用意しておくと共に、ユーザが画質評価に先立ち、評価対象の絵柄を選択できるようにする。

【0097】そして、この第3の実施の形態では、学習結果に基づいて、評価対象の画像について、総合画質スコアを求めるとき、図8のフローチャートのステップ205において、多変量関数としての総合画質スコアの演算に当たって、選択された絵柄に応じて、前記絵柄テーブルに基づいて、多変量関数の各画質評価値の重みの量を決定するようにする。

【0098】このようにすれば、絵柄が異なる被評価画像に対しても、上述と同様の手法により、総合画質スコアを、算出することができる。

【0099】[その他の変形例] また、上述した実施の形態においては、被験者10の注目位置の検出手法としては、視線が最も多く配られた位置を、そのヒストグラムから求めるようにしたが、すべての視点の重心位置を注目位置として検出するようにしてもよい。すなわち、 $k$ 個の各視点の座標を $X_m, Y_n$ としたとき、注目位置 $P(x, y) = (\sum X_m/k, \sum Y_n/k)$ として求めてもよい。

【0100】また、被験者10自身が、注目位置を、マウス等のポインティングデバイスまたはキーボード等によって、その位置を入力するようにして注目位置を決定するようにしても、もちろんよい。

【0101】また、以上の説明では、学習時の注目位置の検索を、画質評価時の撮像装置の移動単位であるセグメント単位で行なうようにしたが、学習時の注目位置の検索と、画質評価時の撮像装置の移動単位とは無関係であるので、それぞれ独立の大きさの単位部分画像について、処理を行なうようにすることもできる。

【0102】また、以上の実施の形態は、紙に形成された画像の評価について説明したが、紙ではなく、スクリーンに表示された画像を評価する場合にも適用できる。

【0103】また、さらには、CRTや液晶ディスプレイに表示された画像についても同様にして、適用可能である。その場合には、撮像装置は必要はなく、画面に表示される画像に対応する画像データが記憶されるビデオ

RAMなどのメモリから、注目位置の画像を読み出して、それについて学習処理を行ない、また、セグメント単位の小領域の画像データを順次に読み出し、それについて、上述と同様の処理を行なうことにより、画質評価を行なうことができる。

【0104】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、従来必要であった画質心理評価用の画像と画質物理量測定のための画像との両方を用意する必要はなく、また、その両評価用の画像についての評価結果から画質評価をする必要がないので、評価工数の大幅な短縮が図れる。また、画質評価に際して、被験者が必要ではないので、画質評価の効率が大幅に改善される。

【0105】そして、より人間が感覚的に感じる画質の良さに対応した総合画質スコアが算出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による画質評価装置の一実施形態のブロック図である。

【図2】この発明による画質評価装置の一実施形態の説明のために用いる図である。

【図3】この発明の一実施形態の一部の処理手段の処理内容の例を説明するために用いる図である。

【図4】この発明の一実施形態における画質評価値の算出方法の例を説明するための図である。

【図5】この発明の一実施形態の学習処理手順の例を示すフローチャートである。

【図6】この発明の一実施形態における被験者の注目位置検出方法を説明するために用いる図である。

【図7】この発明の一実施形態における被験者の注目位置検出方法を説明するために用いる図である。

【図8】この発明の一実施形態の画質評価処理手順の例を示すフローチャートである。

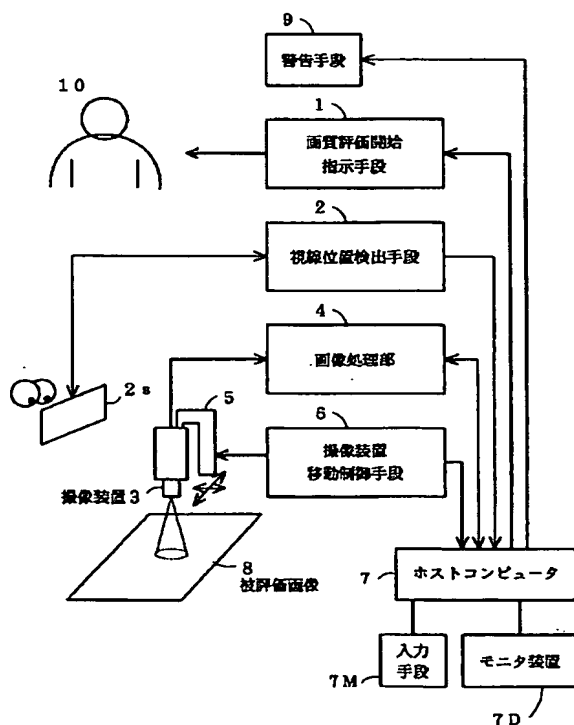
【図9】この発明の他の実施形態に用いる画像の特徴抽出のために使用するデータを取得する学習のフローチャートを示す図である。

【図10】この発明の他の実施形態に用いる学習データの例を示す図である。

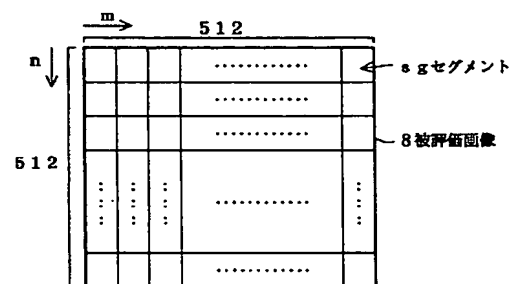
【符号の説明】

- 1 画質評価項目指示手段
- 2 視線位置検出手段
- 3 撮像装置
- 4 画像処理部
- 5 撮像装置移動手段
- 6 撮像装置移動制御手段
- 7 ホストコンピュータ
- 8 被評価画像
- 9 警告手段
- 10 被験者

【図1】



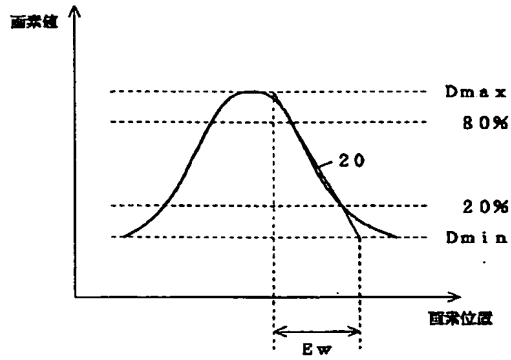
【図2】



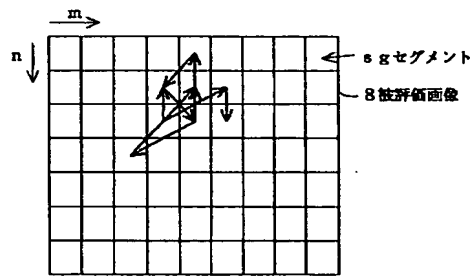
【図3】

$$\begin{pmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{19} \\ a_{21} & \dots & a_{29} \\ a_{31} & \dots & a_{39} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B \\ G \\ R \\ B^2 \\ G^2 \\ R^2 \\ B \cdot G \\ G \cdot R \\ R \cdot B \end{pmatrix}$$

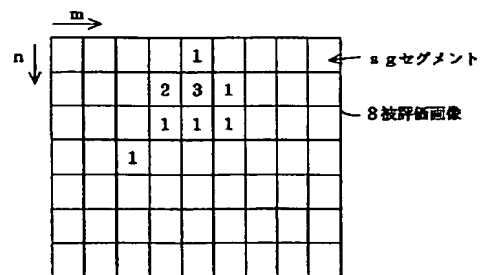
【図4】



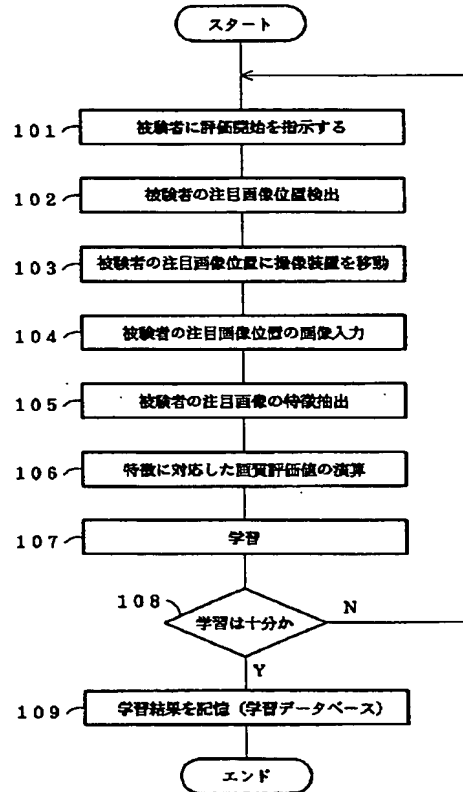
【図6】



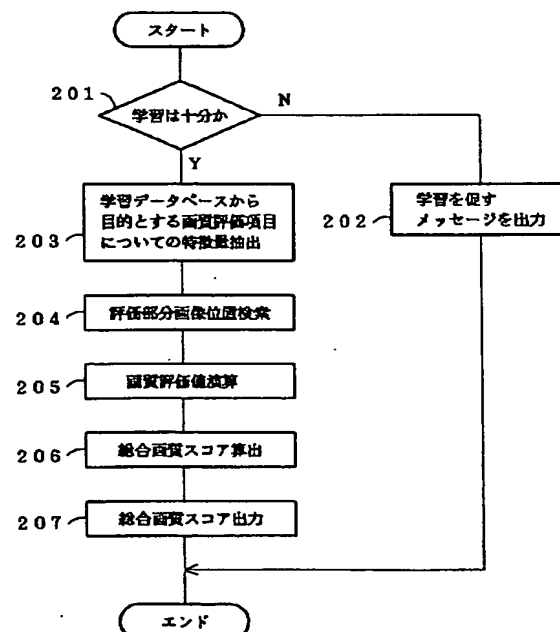
【図7】



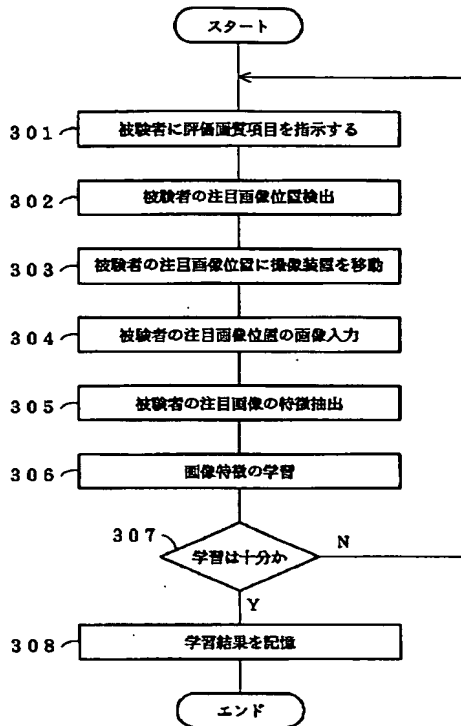
【図5】



【図8】



【図9】



【図10】

<階調性> 評価画像の特徴					
特徴	被験者数	平均値	分散	...	標準偏差
エッジ強度	50	32.9	25.6	...	5.1
明度(L*)	50	58.6	33.1	...	18.2
:	:	:	:	...	:
:	:	:	:	...	:
濃度RMS	50	22.3	23.0	...	4.8

<粒状性> 評価画像の特徴					
特徴	被験者数	平均値	分散	...	標準偏差
エッジ強度	50	32.9	25.6	...	5.1
明度(L*)	50	58.6	33.1	...	18.2
:	:	:	:	...	:
:	:	:	:	...	:
濃度RMS	50	22.3	23.0	...	4.8

<尖鋭度> 評価画像の特徴					
特徴	被験者数	平均値	分散	...	標準偏差
エッジ強度	50	32.9	25.6	...	5.1
明度(L*)	50	58.6	33.1	...	18.2
:	:	:	:	...	:
:	:	:	:	...	:
濃度RMS	50	22.3	23.0	...	4.8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**